

36P 3363



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 41 23 277 C 1

51 Int. Cl. 5:  
B 03 B 9/04  
B 09 B 5/00  
C 04 B 5/00  
C 04 B 18/10  
A 62 D 3/00

21 Aktenzeichen: P 41.23.277.1-24  
22 Anmeldetag: 13. 7. 91  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 5. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
RWE Entsorgung AG, 4300 Essen, DE

74 Vertreter:  
Sparing, K., Dipl.-Ing.; Röhl, W., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Henseler, D., Dipl.-Min. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:  
Hoberg, Heinz, Prof. Dr.-Ing., 5100 Aachen, DE;  
König, Thomas, Dipl.-Ing., 4650 Gelsenkirchen, DE.

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 37 00 608 A1  
SCHOPPMEIER, W.: Erfahrungen mit der  
Entsorgung, Aufbereitung und Verwertung fester  
Verbrennungs- rückstände aus der  
Abfallverbrennung, Müll und Abfall, 3/1988;  
Müllhandbuch, Schlackenaufbereitung, Erich  
Schmidt Verlag, MuA 39. Lfg./III 76, Bd. 4, Nr. 7630;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacken

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacken, insbesondere Hausmüllverbrennungsschlacke, bei dem die Rohschlacke zumindest teilweise zerkleinert sowie gegebenenfalls entstaubt und danach stufenweise vom FE- und NE-Anteil entfrachtet wird und eine Vorrichtung hierzu. Für die Abtrennung von Wertstoffen und die Schadstoffentfrachtung der Verbrennungsschlacken ist vorgesehen, daß nach der Entfrachtung des FE-Anteils eine nasse Dichtesortierung zur Abtrennung einer Leichtgutfraktion, einer Schwergutfraktion und löslicher Verbindungen durchgeführt wird.

DE 41 23 277 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacken nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 21.

Die Müllverbrennung ist das derzeit am weitesten verbreitete Verfahren zur Volumenreduzierung und weitgehenden Inertisierung von Abfällen, insbesondere von Hausmüll. Die als Verbrennungsrückstand anfallende Schlacke ist hinsichtlich ihrer Zusammensetzung außerordentlich heterogen und wird deponiert oder nach einer Schrottabcheidung zum Wegebau verwendet, soweit es die Umweltverträglichkeit zuläßt.

Wie aus dem Müll-Handbuch "Schlackenaufbereitung", Erich Schmidt Verlag, MuA 39. Lfg./III 76, Band 4 Nr. 7630, bekannt, umfaßt die Aufbereitung der Schlacke im allgemeinen die Prozeßstufen Klassierung, Zerkleinerung und Magnetabscheidung, wodurch die Abtrennung grober Störstoffe und eisenhaltiger Bestandteile sowie die Trennung in marktgängige Körnungen erreicht wird. Hierzu wird die Rohschlacke vorzugsweise mittels Prallmühlen gebrochen und danach mittels Überbandmagnete oder Trommelmagnete die Eisenbestandteile entfernt. Eine derartige Aufbereitung des heterogenen Stoffgemisches Müllverbrennungsschlacke ist hinsichtlich der Erzeugung verwertbarer Stoffe unzureichend und läßt das Schadstoffpotential, insbesondere Wassergefährdungspotential, aufgrund unverbrannter Bestandteile, leicht löslicher Salze, auslaugbarer Metallverbindungen sowie organischer Verbindungen unbeachtet.

Die gleichen Nachteile besitzen das Verfahren und die Vorrichtung zur Schlackenaufbereitung gemäß der DE 37 00 608, wo die Schlacke nach dem Durchlaufen eines Abschreckbades, der Vorklassierung und der Magnetabscheidung unter kontinuierlicher Beanspruchung zunächst getrocknet und anschließend bei vorzugsweise 0,8 mm getrennt wird. Der überwiegende grobkörnige Anteil kann auf diese Weise zwar einem Straßen- und Wegebauzweck zugeführt werden, der feinkörnige Anteil aber muß deponiert und dabei vorzugsweise durch Einschluß in umweltfreundliches Material umweltfreundlich gelagert werden.

Weiterhin ist bei der bekannten Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacken bisher unberücksichtigt geblieben, daß die Zusammensetzung der Schlacke vom Brennstoff, hier Abfälle, insbesondere Hausmüll, und der Feuerungstechnik, nahezu ausschließlich Rostfeuerungsanlagen, abhängt und damit die Elementarzusammensetzung der Müllverbrennungsschlacke variiert. Beispielsweise erhöht der Eintrag von Batterien, alten Sanitärarmaturen oder auch Straßenkehrriech den Blei- und Cadmiumgehalt in der Müllverbrennungsschlacke, Chrom wird hauptsächlich über Gummi, Leder und Farbstoffe eingetragen und einen wesentlichen Beitrag zur Chlorfracht leisten Kunststoffe (PVC) und Küchenabfälle. Trotz gewisser Bandbreiten gehören zu den Bestandteilen einer Verbrennungsschlacke nach der Vorklassierung (Abtrennung grober Störstoffe) grundsätzlich die folgenden Stoffe: Grobkorn (Korngrößenbereich über ca. 40 mm), Feinkorn (Korngrößenbereich unter ca. 40 mm), Metalle (FE- und NE-Anteil), Unverbranntes (Holz, Papier, Kunststoff etc.) und Sonstiges (z. B. lösliche Salze). Beschrieben wird die Zusammensetzung der Müllverbrennungsschlacke unter anderem von W. Schoppmeier: "Erfahrungen mit der Entsorgung, Aufbereitung und Verwertung fester Verbrennungs-

rückstände aus der Abfallverbrennung", MÜLL und ABFALL 3/1988.

Ein Verfahren zur Müllschlackenaufbereitung, das die Prozeßschritte Vorklassierung, Zerkleinerung, Abtrennung von Leichtgut und Magnetscheidung umfaßt und damit der Heterogenität und Komplexität der Verbrennungsschlacke stärker berücksichtigt, ist das sogenannte Lindemann Verfahren zur Müllschlackenaufbereitung, wie unter anderem im Umweltmagazin "Metalle aus der Müllverbrennung", Mai 1987, S. 32-34, beschrieben. Nach diesem Verfahren wird die Anlage zur Schlackenaufbereitung in Rotterdam betrieben. Dem Verfahren liegt die Überlegung zugrunde, daß sich der Haupteisenbestandteil in der Fraktion größer 40 mm befindet und stark mit Schlackepartikeln verwachsen ist. Hieraus folgt die Verwendung eines sog. Zerdirators, der in seiner Bauweise einem Shredder ähnelt. Die Körner werden durch eine Prallbeanspruchung in duktiles Eisen und spröde Schlacke zerlegt. Durch die im Zerkleinerungsraum angebrachten Roste wird die Schlacke solange verdichtet, bis sie durch die Spalte hindurchpaßt. Gleichzeitig wird durch ein Gebläse Staub und anderes flugfähiges Material abgesaugt. Das aus dem Zerdikator ausgetragene, nunmehr aufgeschlossene Schlacke-Eisen-Gemisch wird in einem anschließenden Magnetscheider voneinander getrennt. Das unmagnetische Gut wird danach in einem Windsichter von seinen flüchtigen Bestandteilen befreit. Da durch die Zerkleinerung die Korngrößenspanne der Schlackenbestandteile teilweise eingeengt wird, kann hier von einem besseren Trennerfolg der Windsichtung ausgegangen werden als bei Anlagen, die lediglich mit Ventilatoren die Förderbänder anblasen. Das Sichterschwergut wird in Rotterdam an einen Verwerter abgegeben, der lt. Angaben des Betreibers mit einem Wirbelstromscheider die NE-Metalle abtrennt. Angaben über Trennerfolge liegen nicht vor. Der Siebunterlauf des Vorklassiersiebes geht nach einer Abtrennung von magnetischen Bestandteilen als unverwerteter Schlackenanteil in den Fertigschlackebunker. Der abgetrennte magnetische Anteil < 40 mm wird ebenfalls dem Zerdikator zugeführt. Mit dieser Anlage können sicherlich größere Mengen an Wert- und Schadstoffen aus der Schlacke entfernt werden, als bei den bisher üblichen Anlagen zur Schlackenaufbereitung mit einfacher Entschrottung. Wesentliche Nachteile dieser Anlage liegen jedoch in der häufig nicht einwandfreien Sichtung, wodurch Unverbranntes nur unvollständig abgetrennt wird. Als eine der möglichen Ursachen kann der zu hohe Wassergehalt des Zerdikatorauslaufs gesehen werden, wenn man den üblichen Feuchtigkeitsgehalt der Verbrennungsschlacke zwischen 18 und 20% berücksichtigt. Die Anlage erlaubt auch keine Abtrennung der löslichen Salze, die ein hohes Wassergefährdungspotential darstellen. Schließlich bleibt ein eventuelles Wert- und Schadstoffpotential des als unmagnetisch abgetrennten Siebunterlaufs der Vorklassierung völlig unberücksichtigt. Augenscheinlich wurde davon ausgegangen, daß sich in den Fraktionen kleiner 40 mm weder Unverbranntes noch NE-Metalle in nennenswerten Mengen befinden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 21 zu schaffen, die die Abtrennung von Wertstoffen und die Schadstoffentfrachtung der Verbrennungsschlacken verbessern. Eine weitere Aufgabe besteht darin, das erfindungsgemäße Verfahren umweltfreundlich zu gestalten und die erfindungsgemäße Vorrichtung kostengünstig aufzubauen.

Diese Aufgaben werden gemäß den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1 und 21 gelöst.

Hierdurch werden ein Verfahren und eine Vorrichtung geschaffen, die eine weitgehende Abtrennung der Wert- und Schadstoffe metallisches Eisen, Nichteisenmetalle in metallischer Form, Unverbranntes in Form von Papier, Holz, Kunststoffen und dergleichen sowie löslicher Salze erlauben. Durch eine Dichtesortierung mittels eines Schwerkraftscheiders kann nicht nur eine NE-Metall Abtrennung erfolgen, sondern insbesondere eine Leichtfraktion erzeugt werden, in der sich möglichst viel des unverbrannten Materials sammelt, welches durch den Sichtprozeß nicht entfernt werden kann. Nachdem herausgefunden wurde, daß sich bei den NE-Metallen, bedingt durch die speziellen Bedingungen im Feuerraum der Verbrennungsanlage, Korngrößen im Bereich etwa 30 mm bis in den Mikrometerbereich hinein finden lassen, die mittels Wirbelstromscheidern im Bereich unter ca. 3 bis 4 mm nicht mehr erfolgreich sortierbar sind, können mit einem Dichtesortierverfahren auch restliche NE-Metalle bis mindestens 1 mm wirksam entfrachtet werden. Da die Trennung nach der Dichte unter Verwendung eines flüssigen Trennmediums erfolgt, können die löslichen Verbindungen der Verbrennungsschlacke einfach ausgewaschen werden.

Der Einsatz des Setzprozesses unter Verwendung einer Setzmaschine hat sich als vorteilhaft herausgestellt, da hier das Trennmedium allein Wasser ist. Aber auch die Schwimm-Sink-Scheidung mittels eines Schwertrübscheiders kann zur Trennung nach der Dichte verwendet werden.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Kombination eines Wirbelstromscheiders mit einem Schwerkraftscheider, insbesondere einer Setzmaschine, herausgestellt. Ein oder mehrere Wirbelstromscheider können hier zur Abtrennung der NE-Metalle der größeren Kornklassen, vorzugsweise größer 4 mm, vorgesehen sein, während die verbleibende kleinere Kornklasse und gegebenenfalls der nichtleitende Wirbelstromscheiderauslaß in einem Schwerkraftscheider getrennt werden. In dem Schwerkraftscheider wird dann ein Schwergut erzeugt, in dem sich die durch die Wirbelstromscheidung nicht entfernten restlichen NE-Metalle und evt. Magnetit anreichern. Mögliche Klassiereffekte, die bei alleiniger Dichtesortierung die Verwendung von zwei oder mehr Schwerkraftscheidern erforderlich machen könnten, werden ausgeschlossen. Desweiteren erlaubt diese Sortierkombination Wirbelstromscheidung/Dichtesortierung eine Minimierung der Abwassermenge.

Das Verfahren kann sowohl mit feuchter als auch getrockneter Verbrennungsschlacke durchgeführt werden. Durch Trocknen als vorbereitenden Schritt der Aufbereitung kann eine trennschärfere Absiebung und eine störungsfreiere Zerkleinerung gewährleistet werden.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren wird abgesehen von auslesbaren, groben Störstoffen, die entweder direkt verwertbar sind oder im allgemeinen in die Feuerung zurückgeführt werden, vorzugsweise die gesamte Rohschlacke mit Ausnahme der groben Störstoffe in den Zerkleinerungsvorgang aufgegeben. Als Trennkorngröße ist beispielsweise < 200 mm wählbar.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung und den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des als Fig. 1 beigefügten Flußdiagramms eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrensablaufs zur Aufbereitung einer Ver-

brennungsschlacke, insbesondere Müllverbrennungsschlacke, beschrieben. Der dargestellte Verfahrensablauf erfolgt unter Angabe von Verfahrensschritten oder unter Angabe der Vorrichtungseinheiten zur Durchführung dieser Verfahrensschritte.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Aufbereitung einer Verbrennungsschlacke, insbesondere Hausmüllverbrennungsschlacke, umfaßt die wesentlichen Verfahrensschritte selektive Zerkleinerung, Staubabtrennung, NE-Metallabscheidung, Abscheidung von Unverbranntem sowie unlöslichen Salzen und Entschrottung.

Die einzelnen Verfahrensschritte und die hierzu verwendbare Vorrichtung werden in einem ersten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf Fig. 1 näher erläutert:

Die sogenannte Rohschlacke wird vorzugsweise zunächst vorklassiert. Die Vorklassierung ist zur Schonung eines nachfolgenden Zerkleinerungsaggregates vorgesehen und dient zur Auslese von groben Störstoffen, wobei die genaue Trennkorngröße durch Betriebsversuche optimiert werden kann. Zur Durchführung der Vorklassierung kann beispielsweise ein 200 mm Stangenrost 1 dienen. Die abgeschiedenen Bestandteile, deren Anteil an der Gesamtmasse einige Promille ausmacht, können in Verwertbares, zu Entsorgendes und Zerkleinerbares aufgeteilt werden. Verwertbare Stoffe wären Grobschrott und große NE-Metallbestandteile, die mittels einer Schwerteilauslese 2 abtrennbar sind. Zerkleinerbares sind hauptsächlich Känthölzer, Baumstümpfe oder Textil- und Papierballen, die unvollständig verbrannt sind und häufig der Feuerung, gegebenenfalls nach Zerkleinerung, erneut zugeführt werden.

Zu Entsorgendes sind beispielsweise große Steine u.ä. Hier kann im Bedarfsfall entschieden werden, ob dieses Material dem nachfolgenden Aufbereitungsschritt der Zerkleinerung zugeführt werden soll.

Da die in der Verbrennungsschlacke enthaltenen Wert- und Schadstoffe nur teilweise frei vorliegen, ist ein Aufschluß mittels Zerkleinerung 3 unumgänglich. Wollte man nur das Eisen in verwertbarer Form aus der Schlacke abtrennen, würde eine Zerkleinerung bis in den Millimeterbereich ausreichen. Bei den NE-Metallen stellt sich die Sachlage jedoch anders dar. Bedingt durch die speziellen Bedingungen im Feuerraum finden sich Korngrößen im Bereich ca. 30 mm bis in den Mikrometerbereich hinein. Aufgrund der festgestellten Verwachsungsverhältnisse und den geringen Mengen an Schadstoffen in bezug zur Grundmasse der Schlacke würde dies jedoch bedeuten, daß zur Erzielung eines Aufschlusses aller Komponenten, der weitaus größte Teil des Materials nach der Aufbereitung in Staub- bzw. Schlammform vorliegen würde. Für einen derartigen Stoff werden zur Zeit keine Verwertungsmöglichkeiten gesehen, er würde vielmehr einen weiteren Problemstoff darstellen. Aus diesen Gründen sollte nach dem Aufschluß ein Material übrigbleiben, das zumindest Grobsandqualität hat und entsprechend weiterverwendet werden kann. Die Zerkleinerung erfolgt deshalb selektiv und vorzugsweise zur Erzeugung eines Materials, das in seinem Körnungsaufbau einen mit Grobsand vergleichbaren Aufbau hat. Als Zerkleinerungsaggregat wird hierzu eine Mühle gewählt, die das Gut durch Schlag- und/oder Prallbeanspruchung selektiv zerkleinert. Dies kann eine Hammermühle, ein Shredder oder eine Prallmühle sein. Eine derartige Zerkleinerung hat neben dem Aufschluß von Verbundmaterialien auch einen Homogenisierungseffekt, der den Ablauf der nachfolgenden Verfahrensschritte noch verbessert. Die

Mühle kann zudem an eine Absaugung angeschlossen sein, um das bei der Zerkleinerung entstehende Feinstkorn aufzufangen.

Als nachfolgender Verfahrensschritt wird eine Leichtgutabtrennung mit einem Trockenabscheider, vorzugsweise einem Sichter 4, durchgeführt. Der Sichter 4, beispielsweise ein Zick-Zack-Sichter, erlaubt eine Leichtgutabtrennung. Die Windsichtung wird aber aus mehreren Gründen als erfolgreich und hilfreich angesehen. Kleine schwere und große leichte Bestandteile lassen sich aufgrund ihrer Gleichfälligkeit aus der Schlacke abtrennen.

Damit erreicht man sowohl eine Abreicherung von Unverbranntem, als auch von Feinstaub, der aufgrund seiner großen Oberfläche die Eluierbarkeit des Materials heraufsetzt. Als positiver Effekt ist zudem die fast völlige Staubbefreiheit des Material zu vermerken, wodurch die nachfolgenden Trennprozesse vereinfacht werden können. Besonders wirkungsvoll arbeitet die Windsichtung bei trockenem Material. Wird folglich bei der Aufbereitung eine möglichst weitgehende Feinstaubabtrennung durch Trockenabscheider gewünscht, kann die Verbrennungsschlacke in einem vorbereiteten Schritt der Aufbereitung getrocknet werden. Für eine wirksame Abtrennung von Eisen, NE-Metallen, unverbrannten Bestandteilen und wasserlöslichen Verbindungen kann das Verfahren aber auch mit feuchter Verbrennungsschlacke durchgeführt werden. Das Sichterleichtgut kann auf verschiedene Weise weiterbehandelt werden, wobei davon ausgegangen wird, daß in dieser Fraktion keine derzeit wirtschaftlich rückgewinnbaren Stoffe enthalten sind. Der Behandlungsschritt sollte daher eine reine Inertisierung sein, die zweckmäßigerweise in Anlehnung an die bekannte Staubbildung 5 erfolgen kann. Denkbar wäre hier Einschmelzung oder Rückführung in den Feuerraum. Da dieser Stoffstrom derzeit kostenintensiv nachbehandelt werden muß, wird der Sichter 4 vorzugsweise so betrieben, daß möglichst nur die Feinststäube abgetrennt werden. Die Entfrachtung von restlichem Unverbranntem kann in einem nachfolgenden Trennungsvorgang derzeit kostengünstiger erfolgen.

Das zerkleinerte und gegebenenfalls entstaubte Material wird danach auf ein Sieb 6 aufgegeben, dessen Siebüberlauf zur Abtrennung von groben Feinkorngrößen, vorzugsweise > 30 bis 50 mm, insbesondere > 45 mm dient. Dieser Klassierschritt ist zwar nicht erforderlich für eine Entschrottung, die auch einstufig erfolgen kann. Da durch die vorgeschaltete Zerkleinerung in diesen Korngrößen jedoch überwiegend Metalle vorliegen, ist dieser Klassierschritt für eine effektive Entschrottung vorteilhaft. Mittels eines ersten Magnetscheiders 7 wird hier aus dem Siebüberlauf Grobschrott ausgehoben. An den Magnetscheider 7 anschließbar ist eine Lesestrecke 8, auf der NE-Metalle ausgelesen werden können, so sie in der Schlacke vorhanden sind. Als weitere Grobteile des Siebüberlaufs können beispielsweise Keramikbestandteile oder Ziegelbruchstücke vorliegen. Diese Fraktion, die im allgemeinen ebenfalls nur Bruchteile von Prozents ausmacht, kann der aufbereiteten Schlacke zugeschlagen oder in die Zerkleinerung 3 zurückgeführt werden. Der Siebdurchfall wird mittels eines zweiten Magnetscheiders 10 entschrottet. Das magnetische Eisen ist damit weitgehend abgetrennt, wobei aufgrund der vorstehend beschriebenen Problematik der mit abnehmender Korngröße zunehmend komplex verwachsenden Schlacke eine vollständige Abtrennung erschwert ist.

Die Metalle liegen in der Verbrennungsschlacke als Eisen- und Nichtisenverbindungen vor. Neben der Entschrottung bedarf es daher auch einer NE-Metallabscheidung. Als ein Verfahrensschritt zur Gewinnung von NE-Metallen dient ein Sortieren nach den elektrischen Eigenschaften der einzelnen Schlackekomponenten. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird zumindest ein Teil des Siebdurchlaufs des Siebs 6 nach den elektrischen Eigenschaften sortiert. Hierzu dient im allgemeinen eine Wirbelstromschichtung. Grundsätzlich ist auch eine Entfrachtung der NE-Metalle mit einem Elektroscheider möglich. Allerdings bedarf es dann überwiegend einer mehrstufigen Nachreinigung einzelner Fraktionen um einen signifikanten Anreicherungs-effekt zu erreichen.

Die zum Sortieren nach den elektrischen Eigenschaften, insbesondere zur Wirbelstromabscheidung, vorgesehenen Korngrößen werden mittels eines Siebs 11, das an den Auslaß des zweiten Magnetscheiders 10 anschließt, abgetrennt. Mittels des Siebs 11 wird der Siebdurchlauf der Korngrößen bis hinab zu wenigen Millimeter abgetrennt und dem Sortieren nach den elektrischen Eigenschaften zugeführt. Gemäß dem Ausführungsbeispiel beträgt der Korngrößenbereich für die Wirbelstromabscheidung 45 bis 4 mm. Die obere und untere Grenze der Korngrößen können jedoch variieren, vorzugsweise im Bereich von 50 bis 2 mm. Aufgrund des Korngrößeneinflusses wird die Wirbelstromabscheidung zur Abtrennung von NE-Metallen vorzugsweise mehrstufig durchgeführt, sofern der zu sortierende Korngrößenbereich so groß ist, daß eine ausreichende Trennschärfe einstufig nicht mehr gewährleistet ist und eine Nachreinigung erforderlich wäre. Hier wird mittels des Siebs 11 der Siebdurchfall in zwei Fraktionen für eine anschließende Wirbelstromabscheidung aufgeteilt, beispielsweise > 10 mm und 10–4 mm. Die NE-Metallabscheidung erfolgt also zweistufig, wobei für die beiden Korngrößenbereiche ein gemeinsamer Rotor oder zwei getrennte Wirbelstromscheider 12, 13 vorgesehen sein können.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Dichtesortierung vorgenommen. Die Korngrößenfraktion mit Korngrößen von wenigen Millimetern, vorzugsweise unter 4 mm, die keine Sortierung nach den elektrischen Eigenschaften durchlaufen hat und der nicht NE-Metallanteil der vorhergehenden Sortierung, werden nunmehr mittels eines bewegten Fluids in Abhängigkeit vom unterschiedlichen spezifischen Gewicht getrennt. Dieses Fluid ist vorzugsweise Wasser oder eine Schwertrübe, um einen Waschvorgang der Schlacke zu erreichen. Da dieser letzte Verfahrensschritt den Stoffstrom "aufbereitete Schlacke" erzeugt, die entweder als Depo-niegt oder als Baustoff mit Wasser in Berührung kommt, ist ein Waschvorgang erwünscht.

Als naßarbeitender Dichtesortierer kann insbesondere eine Setzmaschine 14 Verwendung finden. Bei der Setzmaschine 14 strömt durch eine Schichtung des noch verbliebenen Schlackenanteils ein vertikal pulsierendes Fluid. Während des Aufhubes wird die Schichtung soweit gelockert, daß die einzelnen Teilchen unabhängig voneinander entsprechend ihren granulometrischen Eigenschaften dem Aufstrom folgen können. Gleiches passiert beim Abhub. Durch diesen Prozeß wandern bei jedem Hubzyklus spezifisch schwere Teilchen nach unten, und die spezifisch leichteren lagern sich weiter oben ab. Auf diese Weise können in einem Verfahrensschritt Leichtgut (Unverbranntes), also Stoffe mit geringer Dichte, als auch NE-Metalle mit hoher Dichte abgetrennt werden. Hierdurch können NE-Metalle, die in der

Nichtleiterfraktion der Wirbelstromscheidung ausgetragen werden, trotzdem zurückgewonnen werden.

Desweiteren wird mit einem naßarbeitenden Dichtesortierer ein Waschvorgang durchgeführt, wodurch wasserlösliche Salze, insbesondere in Form von Sulfaten und Chloriden, abgetrennt werden können. Auch ein an den Schlackepartikeln haftender feiner Staüberzug kann ausgewaschen werden. Da die Abwässer der Setzmaschine ähnliche Verbindungen enthalten wie Wässer aus Rauchgasreinigungsanlagen, können sie eventuell mit diesen behandelt werden.

Die vorstehenden Ausführungen gelten entsprechend auch für einen Schwimm-Sink-Scheider, insbesondere ein Schwertrübescheider. Allerdings kann die Schwertrübe unerwünschte Nachreinigungsbehandlungen erforderlich machen.

Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel wird an Stelle einer Kombination einer Sortierung nach den elektrischen Eigenschaften und einer Dichtesortierung nur eine nasse Dichtesortierung vorgenommen, d. h. es wird ohne Wirbelstromscheider gearbeitet. Nachdem es heutzutage Setzmaschinen gibt, die über einen breiten Korngrößenbereich arbeiten, ist allein eine Dichtesortierung zur Abtrennung von NE-Metallen, Leichtstoffen und gegebenenfalls löslichen Salzen möglich. Sofern die Korngrößenunterschiede zu groß sind, kann auch zweier- oder mehrstufig unter Verwendung von zwei oder mehreren Setzmaschinen oder anderen Schwerkraftdichtsortierern gearbeitet werden. Da für den Betrieb der nassen Dichtesortierung kein gegebenenfalls vgetrocknetes Gut erforderlich ist, kann in diesem Fall die Leichtgutabtrennung bzw. der Windsichter entfallen oder durch einen naßarbeitenden Stromklassierer bzw. ein naßarbeitendes Sieb ersetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacken, insbesondere Hausmüllverbrennungsschlacken, bei dem die Rohschlacke zumindest teilweise zerkleinert sowie gegebenenfalls entstaubt und danach stufenweise vom FE- und NE-Anteil entfrachtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Entfrachtung des FE-Anteils eine nasse Dichtesortierung zur Abtrennung einer Leichtgutfraktion, einer Schwergutfraktion und löslicher Verbindungen durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nasse Dichtesortierung mehrstufig für die Korngrößenfraktionen der zerkleinerten und entschrotteten Schlacke durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die nasse Dichtesortierung über eine Setzarbeit erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die nasse Dichtesortierung über eine Schwimm-Sink-Scheidung erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Entfrachtung des FE-Anteils eine Sortierung der Schlacke nach den elektrischen Eigenschaften zur Abtrennung des NE-Anteils durchgeführt wird, an die sich die nasse Dichtesortierung zur Abtrennung des restlichen NE-Anteils, von Leichtstoffen, insbesondere Unverbranntem, und löslichen Verbindungen anschließt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Entfrach-

tung des FE-Anteils die Schlacke nach Korngrößenfraktionen getrennt und der eine Korngrößenfraktionsbereich nach den elektrischen Eigenschaften sortiert und der andere Korngrößenfraktionsbereich naß dichtesortiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nichtleiterfraktion des nach den elektrischen Eigenschaften sortierten Korngrößenfraktionsbereichs nachfolgend der nassen Dichtesortierung zur Abtrennung des restlichen NE-Anteils, von Leichtstoffen, insbesondere Unverbranntem, und löslichen Verbindungen zugeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngrößenfraktionen der zerkleinerten und entschrotteten Schlacke zwischen 0 und 50 mm, vorzugsweise zwischen 0 und 45 mm, nachfolgend sortiert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortierung nach den elektrischen Eigenschaften für die Korngrößen größer 3 bis 10 mm, vorzugsweise größer 4 bis 5 mm, erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Sortierung nach den elektrischen Eigenschaften eine Wirbelstromscheidung ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelstromscheidung zweistufig für einen Bereich größerer und einen Bereich kleinerer Korngrößen erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Wirbelstromscheidung für die Korngrößen 10 bis 50 mm, vorzugsweise 10 bis 45 mm, und eine zweite Wirbelstromscheidung für die Korngrößen 3 bis 10 mm, vorzugsweise 4 bis 10 mm, durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die nasse Dichtesortierung für die Schlacke der Korngrößen 0 bis 10 mm, vorzugsweise 0 bis 4 mm, durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte, von groben Störstoffen getrennte Rohschlacke der Zerkleinerung zugeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohschlacke kleiner 200 mm zerkleinert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohschlacke auf Grobsandqualität selektiv zerkleinert wird.

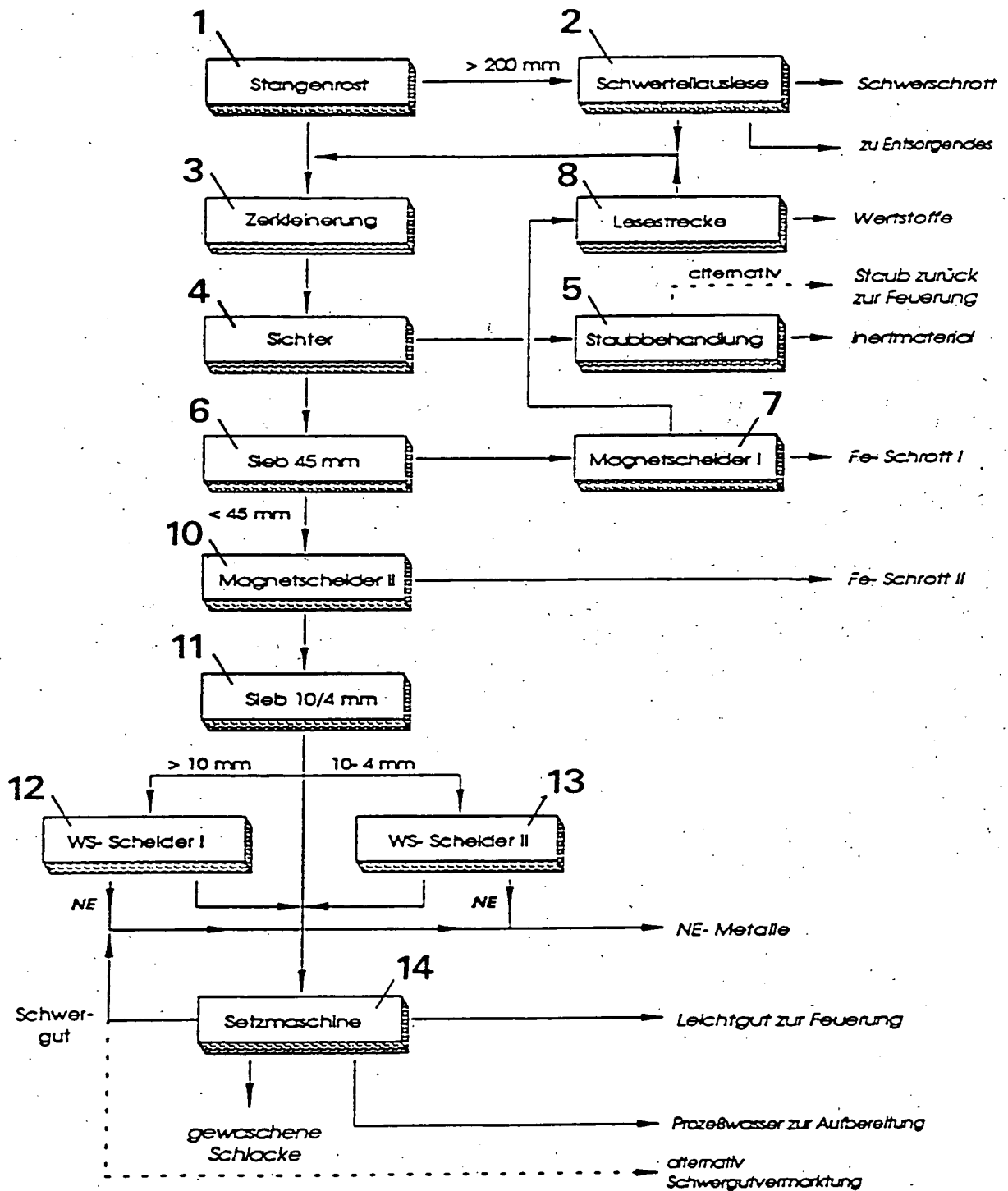
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlacke zur Entfrachtung des FE-Anteils in mindestens zwei Korngrößen klassiert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohschlacke in einer vorbereitenden Verfahrensstufe getrocknet wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Zerkleinerung die gesamte Schlacke einer Windsichtung zum Abtrennen der flüchtigen Bestandteile unterzogen wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlacke zur Abtrennung von Leichtgut nach der Zerkleinerung durch einen naßarbeitenden Stromklassierer oder ein naßarbeitendes Sieb geführt wird.

21. Vorrichtung zur Aufbereitung von Müllverbrennungsschlacke, insbesondere Hausmüllverbrennungsschlacke, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüchen mit einer Aufeinanderfolge verschiedener Verfahrensbau- 5  
bausteine, bestehend aus einem Zerkleinerer, gegebenenfalls einem Entstauber, einem Magnetscheider und einem Sortierer zur Abtrennung von NE-Metallen, dadurch gekennzeichnet, daß als Sortierer ein naßarbeitender Dichtesortierer zur Abtrennung einer Leichtgutfraktion, insbesondere Unverbranntes, einer Schwergutfraktion, insbesondere NE-Metalle, und von löslichen Verbindungen, insbesondere von löslichen Salzen, vorgesehen ist. 10
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der naßarbeitende Dichtesortierer von einer oder mehreren stufenweise arbeitenden Setzmaschinen (14) gebildet wird. 15
23. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der naßarbeitende Dichtesortierer von einem oder mehreren stufenweise arbeitenden Schwertrübescheidern gebildet wird. 20
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß dem Dichtesortierer (14) ein oder mehrere stufenweise arbeitende Wirbelstromscheider (12, 13) vorgeschaltet sind. 25
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß dem Magnetscheider (10) eine Klassiereinrichtung zur Trennung der zerkleinerten und entschrotteten Schlacke in mindestens zwei Korngrößenfraktionen nachgeordnet ist und mindestens einem der Klassierausgänge der Dichtesortierer (14) und dem oder den anderen Klassierausgängen ein oder mehrere stufenweise arbeitende Wirbelstromscheider (12, 13) nachgeordnet sind. 30 35
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang für die Nichtleiterfraktion des oder der Wirbelstromscheider (12, 13) mit einem Eingang des naßarbeitenden Dichtesortierers (14) verbunden ist. 40
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß als Klassiereinrichtung ein Sieb (11) zur Trennung in mindestens zwei Korngrößen vorgesehen ist. 45
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtesortierer (14) dem Siebdurchlauf für die kleinsten Korngrößen direkt nachgeordnet ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Sieb (11) in die Korngrößen größer 10 mm, zwischen 10 und 4 mm, kleiner 4 mm trennt. 50
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Zerkleinerer (3) als Hammermühle, Shredder, oder Prallmühle ausgebildet ist. 55
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Zerkleinerer (3) und Magnetscheider (10) eine Leichtgutabtrennvorrichtung angeordnet ist. 60
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Leichtgutabtrennvorrichtung als Sichter (4) oder naßarbeitender Stromklassierer bzw. naßarbeitendes Sieb ausgebildet ist. 65



**FIG. 1**

Docket # GR98P 3363

Applic. # 09 / 718,896

Applicant: Boretzky et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

308 121/264

THIS PAGE BLANK (USPTO)

---